

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(11) N° de publication : **2 606 866**
 (à n'utiliser que pour les
 commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 16059**

(51) Int Cl⁴ : F 27 D 11/12; G 02 B 6/10.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 17 novembre 1986.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
 demande : BOPI « Brevets » n° 20 du 20 mai 1988.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
 rentés :

(71) Demandeur(s) : *CENTRE NATIONAL DE LA RE-
 CHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.), Etablissement public
 doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.*
 — FR.

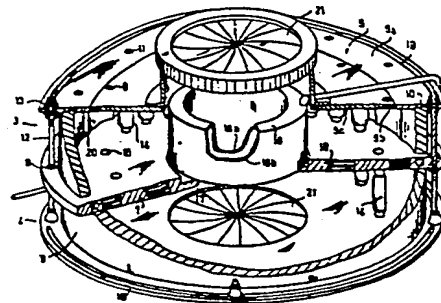
(72) Inventeur(s) : Jean Farenc ; Pierre Destruel ; Alain Bou-
 langer ; Al Bui ; Chantal Fabrello.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Barre, Gatti et Laforgue.

(54) Procédé et four pour le chauffage d'un matériau et application au chauffage d'une préforme en vue de réaliser son étirage sous la forme d'une fibre.

(57) L'invention concerne un procédé de chauffage d'un maté-
 riau apte à absorber des ondes électromagnétiques de lon-
 gueurs d'ondes connues, en vue d'approcher un profil de
 température uniforme dans la masse de ce matériau. Ce pro-
 cédé s'applique au chauffage d'une préforme en vue de per-
 mettre son étirage sous la forme d'une fibre. Les ondes
 électromagnétiques sont produites par des lampes à incandes-
 cence 14 émettant sur une plage de longueurs d'ondes cou-
 vrant les longueurs d'ondes absorbées par le matériau. Le
 rayonnement émis par ces lampes 14 est filtré au moyen d'un
 filtre 16 à fluide caloporteur apte à absorber les radiations vis-
 à-vis desquelles le matériau présente un coefficient d'absorp-
 tion supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à
 éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les couches
 de surface de ce matériau.



FR 2 606 866 - A1

PROCEDE ET FOUR POUR LE CHAUFFAGE D'UN MATERIAU ET APPLICATION
AU CHAUFFAGE D'UNE PREFORME EN VUE DE REALISER SON ETIRAGE
SOUS LA FORME D'UNE FIBRE

5

L'invention concerne un procédé de chauffage d'un matériau, permettant d'approcher un profil de température uniforme dans la masse de ce matériau. Cette invention s'étend à un four de chauffage mettant en oeuvre ce procédé. Elle
10 s'applique, en particulier, au chauffage d'une préforme, notamment un barreau de polymère, destiné à permettre l'étirage de celle-ci sous la forme d'une fibre, notamment optique.

Plusieurs techniques sont actuellement
15 employées pour réaliser l'étirage d'un barreau de polymère sous la forme d'une fibre optique.

La première technique consiste à utiliser une vis sans fin associée à des moyens de chauffage et intégrée à l'intérieur d'un conduit de section conjuguée, possédant, à
20 une de ses extrémités, une portion de section inférieure conjuguée du diamètre des fibres à réaliser. Les différents composants sont introduits sous forme de granulats dans le conduit, la vis sans fin étant portée à une température de l'ordre de 220° Celsius. Ainsi ces granulats, malaxés lors de
25 leur acheminement vers l'extrémité du conduit, sont amenés à un état liquide qui permet leur écoulement par la portion extrême étranglée du conduit. Cette technique présente deux inconvénients fondamentaux. D'une part, l'utilisation de granulats ne permet pas de garantir la pureté des composants
30 de base et par conséquent la qualité de la fibre réalisée. Par ailleurs, la température élevée de la vis entraîne des risques de dépolymérisation de la matière se trouvant en contact direct avec cette dernière.

Une deuxième technique consiste à utiliser un
35 récipient sous pression d'azote, doté d'un conduit d'évacuation de section inférieure, conjuguée de la section de la fibre. Les différents monomères introduits dans ce récipient sont, dans un premier temps, portés progressivement à une température de l'ordre de 100° C permettant leur
40 polymérisation complète puis, dans un deuxième temps, à une

température de 180° C correspondant à une fluidité importante du polymère. Une augmentation de la pression d'azote à l'intérieur du récipient permet ensuite d'extraire la fibre
5 optique. Cette technique permet de remédier à l'inconvénient relatif à l'utilisation de composants de base sous forme de granulats. Toutefois, la température à l'intérieur du récipient est difficilement contrôlable, d'où des risques de dépolymérisation. De plus, la fibre optique extraite du
10 récipient n'est pas immédiatement protégée par une gaine d'habillage. Ses qualités peuvent donc se trouver altérées, suite au dépôt de poussières atmosphériques.

Pour pallier ces inconvénients, une troisième technique a été mise au point, visant à séparer les étapes de
15 polymérisation, gainage et étirage. La polymérisation est en effet réalisée dans une ampoule de verre portée progressivement à une température de l'ordre de 100° C. Le barreau de polymère ainsi obtenu est introduit dans une deuxième ampoule de verre afin de procéder à son gainage.
20 L'opération d'étirage s'effectue donc à partir d'un barreau de polymère déjà gainé dont la gaine se conforme aux dimensions de la fibre lors de l'étirage. Le chauffage du barreau de polymère gainé, en vue de cet étirage, est obtenu au moyen d'une source d'ondes électromagnétiques constituée par une
25 pluralité de lampes à incandescence rayonnant vers ce barreau. Cette technique, satisfaisante quant à la qualité du barreau de polymère à étirer, présente toutefois de gros inconvénients du fait du mode de chauffage utilisé. En effet, l'utilisation de lampes à incandescence conduit à un
30 surchauffage de la périphérie du barreau. Par conséquent, il s'établit un gradient de température d'une quinzaine de degrés entre le coeur de la préforme et sa surface. Cette surface est donc dégradée avant que le coeur ne se trouve à une température permettant un étirage satisfaisant. Les fibres
35 optiques réalisées présentent donc des défauts d'homogénéité et des altérations de leur état de surface.

La présente invention se propose de pallier les inconvénients du procédé ci-dessus évoqué et de fournir un procédé de chauffage d'un matériau dont l'objectif essentiel
40 est d'obtenir un profil de température uniforme dans la masse

de ce matériau.

Un autre objectif de l'invention est de permettre l'étirage d'une préforme revêtue initialement de sa
5 gaine de protection.

Un autre objectif est de fournir un four de rendement optimal permettant une grande vitesse d'étirage.

Le procédé, objet de l'invention permet le chauffage d'un matériau apte à absorber des ondes
10 électromagnétiques de longueur d'ondes connues, en vue d'approcher un profil de température uniforme dans la masse de ce matériau. Selon la présente invention, ce procédé se caractérise en ce qu'il consiste :

- à utiliser une source d'ondes
15 électromagnétiques émettant sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par le matériau et à amener ladite source à rayonner vers ledit matériau,

- à filtrer le rayonnement émis par la source au moyen d'un fluide caloporteur apte à absorber les
20 radiations vis-à-vis desquelles le matériau présente un coefficient d'absorption supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les couches de surface dudit matériau,

- à faire circuler le fluide caloporteur de
25 façon à évacuer l'énergie absorbée par ce fluide.

Ce procédé présente donc les avantages inhérents à l'utilisation d'ondes électromagnétiques comme moyens de chauffage sans en présenter les inconvénients. En effet, le surchauffage des couches de surface du matériau qui
30 constitue le principal inconvénient de cette technique, est évité grâce à l'adjonction d'un filtre à fluide caloporteur qui permet d'absorber les radiations de longueurs d'ondes vis-à-vis desquelles le matériau est trop absorbant et qui seraient par conséquent converties en chaleur à la surface de
35 ce matériau.

La mise en oeuvre de ce procédé consiste donc à étudier le spectre d'absorption du matériau, et à sélectionner un fluide présentant un spectre d'absorption similaire, de façon que ce fluide absorbe les radiations de
40 longueurs d'ondes correspondant aux pics d'absorption intenses

du matériau.

Ce procédé s'applique, en particulier, pour le chauffage d'un polymère apte à absorber des ondes électromagnétiques sensiblement comprises entre 0,8 et 4 microns. L'on utilise alors, préférentiellement, comme source d'ondes électromagnétiques, des lampes à incandescence émettant sur une plage de longueurs d'ondes s'étendant sensiblement entre 0,6 et 4 microns ; le rayonnement émis par ces lampes est, en outre, filtré au moyen d'un fluide caloporteur apte à absorber les radiations vis-à-vis desquelles le matériau a un coefficient d'absorption sensiblement supérieur à $4,5 \text{ m}^{-1}$, pour des échantillons de quelques centimètres d'épaisseur.

Dans le cas plus particulier de matériau à liaison C - H, le procédé consiste, avantageusement, à filtrer les radiations de longueurs d'ondes sensiblement supérieures à 1,6 micron. En effet, une étude du spectre d'absorption de tels matériaux démontre que l'utilisation de longueurs d'ondes supérieures à 1,6 micron conduirait à l'excitation des modes de vibrations les moins élevés des liaisons C - H, et donc les plus absorbants : radiations de longueurs d'ondes comprises entre 3,2 et 3,4 microns correspondant aux vibrations fondamentales des liaisons C - H et radiations dont les longueurs d'ondes correspondant aux premiers harmoniques. Ces radiations seraient donc converties en chaleur à la surface du matériau, entraînant une altération de l'état de surface de celui-ci.

Il est à noter que l'utilisation de sources, autres que des lampes à incandescences, telles que lasers, lampes à décharges, etc... qui produiraient de la lumière uniquement dans le visible, n'est pas envisageable. En effet, ces sources émettent des radiations dont les longueurs d'ondes correspondent à des harmoniques d'ordre supérieur à 4, dont l'absorption est négligeable pour des épaisseurs de matériaux de quelques centimètres.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ce procédé permet le chauffage d'une préforme en un matériau thermoplastique apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes connues, en vue

d'étirer cette préforme sous la forme d'une fibre. Le procédé se caractérise alors en ce qu'il consiste :

- à disposer la préforme dans une enceinte de chauffage dotée d'une pluralité de lampes à incandescence émettant sur une plage de longueur d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par ladite préforme et à amener lesdites lampes à rayonner vers cette préforme,

- à interposer entre la préforme et les lampes, un filtre à circulation de fluide caloporteur apte à absorber les radiations vis-à-vis desquelles la préforme présente un coefficient d'absorption supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les couches de surface de ladite préforme,

- à faire circuler le fluide caloporteur de façon à évacuer l'énergie absorbée par ce fluide.

Une application consiste, notamment, en la réalisation de fibres optiques par étirage d'un barreau de polymère.

Comme cité ci-dessus, le procédé permet d'approcher un profil de température uniforme dans la masse de la préforme. Les fibres obtenues présentent donc une parfaite homogénéité et ne sont pas altérées au niveau de leurs couches de surface.

En outre, la préforme peut être avantageusement introduite dans l'enceinte de chauffage revêtue d'une gaine de protection en un matériau thermoplastique apte à se conformer aux dimensions de la fibre lors de l'étirage de cette préforme. Ainsi est évité tout risque de dépôt de poussières atmosphériques au niveau de l'interface entre le coeur et la gaine de la fibre.

Par ailleurs, un deuxième étage de chauffe doté d'une pluralité de lampes à incandescence émettant sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par la préforme est avantageusement utilisé en vue de réchauffer les couches de surface de cette préforme.

De plus, selon une autre caractéristique de l'invention, une paroi réflectrice est disposée côté externe des lampes par rapport au filtre à circulation de fluide.

Cette paroi réflectrice est, préférentiellement, constituée d'une pluralité de miroirs concaves, chacun disposé en regard d'une lampe, de façon à focaliser le rayonnement de cette
5 lampe vers la préforme.

Ces deux dernières caractéristiques ont pour but d'obtenir une meilleure homogénéisation de température dans la masse de la préforme et une vitesse d'étirage plus grande.

10 L'invention s'étend à un four destiné au chauffage d'un matériau apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes connues. Ce four se caractérise en ce qu'il comprend :

- une source d'ondes électromagnétiques
15 constituée d'au moins une lampe à incandescence apte à émettre sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par le matériau,

- un filtre à circulation de fluide caloporteur interposé entre la source et le matériau, le
20 fluide caloporteur étant adapté pour absorber les radiations vis-à-vis desquelles le matériau présente un coefficient d'absorption supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les couches de surface du matériau.

25 Ce four peut avantageusement être utilisé pour le chauffage d'une préforme en un matériau thermoplastique apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes connues, en vue de permettre l'étirage de cette préforme sous la forme d'une fibre. La source est alors
30 constituée d'une pluralité de lampes à incandescence aptes à émettre sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par la préforme, et disposées de façon à émettre un rayonnement uniforme vers la totalité de la surface de ladite préforme.

35 L'invention exposée ci-dessus dans sa forme générale, sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des dessins annexés qui en représentent, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation préférentiel. Sur ces dessins qui font partie
40 intégrante de la présente description :

- la figure 1 est une vue en perspective, avec certaines parties arrachées, d'un four conforme à l'invention,

5 - la figure 2 en est une coupe longitudinale par un plan A.A.,

- la figure 3 est une coupe longitudinale schématique illustrant l'opération d'étirage d'une préforme,

- la figure 4 est une vue schématique
10 illustrant la disposition des différents éléments à l'intérieur de ce four.

Le four représenté aux figures 1 à 4 est destiné au chauffage d'un barreau 1, notamment de polymère, dit préforme, apte à absorber des ondes électromagnétiques de
15 longueurs d'ondes connues, en vue de permettre l'étirage de ce barreau sous la forme d'une fibre 2, notamment optique. Ce four est conçu de façon à permettre d'approcher un profil de température uniforme dans la masse de la préforme.

Le four se compose de deux enceintes de
20 chauffage 3, 4 superposées, délimitées respectivement par une paroi supérieure 5 et une paroi inférieure 6, en aluminium, et séparées par une paroi intermédiaire 7. Ces trois parois présentent la forme de couronnes dont l'évidement central permet, notamment, la mise en place de la préforme 1.

25 De plus, les parois supérieure 5 et inférieure 6 sont prévues amovibles de façon à permettre d'accéder facilement à l'intérieur du four. A cet effet, elles se composent d'une couronne périphérique 5a, 6a, dotée d'un épaulement 5b, 6b au niveau de son chant latéral interne, et
30 d'une couronne intérieure 5c, 6c amovible venant prendre appui sur l'épaulement 5b, 6b précité. Ces deux éléments sont solidarisés au moyen de vis de fixation telles que 8.

Chacune des enceintes 3, 4 est, en outre, fermée latéralement par une paroi périphérique 9 de forme
35 cylindrique. Une des extrémités de cette paroi 9 est logée dans une gorge annulaire 10 ménagée respectivement dans les parois supérieure 5 et inférieure 6 ; cette extrémité est maintenue dans cette gorge 10 au moyen de vis de fixation telles que 11. Par ailleurs, cette paroi périphérique 9 est de
40 hauteur adaptée pour s'interrompre à distance de la paroi

intermédiaire 7. Cette disposition permet de créer une différence de potentiel entre la paroi supérieure 5 (ou inférieure 6) et la paroi intermédiaire 7.

5 L'ensemble est finalement maintenu au moyen d'entretoises telles que 12 solidarisées au niveau de chacune des parois 5, 6, 7 par l'intermédiaire de manchons 13 en un matériau isolant tel que de la porcelaine.

A l'intérieur de chacune des enceintes 3, 4
10 sont disposées une pluralité de lampes à incandescence 14, de forme navette, dont les extrémités sont logées dans des orifices 15 ménagés dans chacune des parois 5, 6, 7 ; ces lampes 14 sont réparties sur le pourtour de ces enceintes 3, 4 dans leur zone périphérique. Elles sont alimentées en courant
15 basse tension (24 volts) et sont adaptées pour émettre des radiations dans une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par la préforme 1.

En outre, la puissance électrique de ces lampes 14, comprise entre 10 et 20 watts, est choisie en
20 fonction de la dimension et de la nature de la préforme 1 à étirer. Cette puissance peut être réglée de façon plus fine en utilisant des moyens d'alimentation électrique (non représentés) adaptés pour faire varier la tension d'alimentation de ces lampes.

25 Une des enceintes de chauffage 3 comprend également un filtre 16 à circulation de fluide caloporteur positionné de façon à se trouver interposé entre les lampes à incandescence 14 et la préforme 1. Ce filtre 16 est constitué par un manchon cylindrique en pyrex, à double paroi 16a, 16b,
30 entre lesquelles circule le fluide caloporteur. Il repose sur un épaulement 17 ménagé au niveau du chant latéral interne de la paroi intermédiaire 7.

Le fluide, choisi en fonction de ses bandes d'absorption, est de nature à absorber les radiations vis-à-
35 vis desquelles une préforme 1 de quelques centimètres de diamètre, présente un seuil d'absorption supérieur à $4,5 \text{ m}^{-1}$, de façon à approcher un profil de température uniforme dans la masse de cette préforme.

Ce fluide est mis en circulation dans un
40 circuit fermé et thermostaté, par des moyens de pompage

électriques, de façon à évacuer l'énergie absorbée. Ce circuit de refroidissement comprend, notamment, des moyens de canalisation 18 serpentant dans la paroi intermédiaire 7 du four de façon à refroidir ce dernier. Le fluide caloporteur constitue, donc, à la fois l'élément actif du filtre 16 et l'élément caloporteur servant à refroidir les enceintes de chauffage 3, 4.

Un refroidissement supplémentaire est obtenu au moyen de fentes 19 périphériques ménagées dans chacune des parois supérieure 5 et inférieure 6 du four, à l'extérieur de la paroi périphérique 9. Ces fentes 19 permettent de créer une circulation d'air qui entraîne un refroidissement par convection de la paroi périphérique 9 du four.

Par ailleurs, la paroi périphérique 9, en laiton, présente une face interne chromée, de forme ondulée, de façon à constituer, une pluralité de miroirs 20 de formes concaves disposés côte à côte, chacun en regard d'une lampe à incandescence 14.

Ces miroirs 20 permettent de focaliser le rayonnement des lampes 14 vers la zone centrale du four où se trouve la préforme 1, et donc d'obtenir un profil de température plus homogène et une vitesse d'étirage plus grande.

Cette convergence du rayonnement lumineux vers le centre du four est obtenue en positionnant chaque lampe 14 à une distance du centre du four et de la paroi périphérique 9, telle que :

$$\begin{array}{ccccccc} & 1 & 1 & 2 & & & \\ 30 & - & + & - & = & - & \quad (figure\ 4) \\ & P & P' & R & & & \end{array}$$

où : R rayon du miroir = \overline{SC} distance entre le sommet et le centre du miroir,

P = \overline{SL} distance entre le sommet du miroir et le centre de la coma formée par les rayons réfléchis sur le miroir,

P' = $\overline{SL'}$ distance entre le sommet du miroir et la position de la lampe.

En dernier lieu, les parois supérieure 5 et inférieure 6 du four sont dotées, chacune, d'une ouverture permettant respectivement l'introduction de la préforme 1 et l'extraction de la fibre 2. Ces ouvertures sont pourvues de diaphragmes 21 à iris permettant d'adapter leur section aux dimensions respectives de la préforme 1 et de la fibre 2, de façon à éviter des courants d'air dus à la convection, dans le four.

10 Cette dernière caractéristique permet un meilleur contrôle de la température et une bonne stabilisation de cette température à l'intérieur du four.

Le four tel que décrit ci-dessus est particulièrement adapté pour chauffer une préforme 1 en un 15 matériau thermoplastique en vue de l'étirer sous la forme d'une fibre 2. Cette préforme 1 est introduite dans le four, munie d'une gaine de protection 22 en un matériau adapté pour se ramollir et se conformer aux dimensions de la fibre 2 lors de l'étirage de la préforme 1 (figure 3).

20 Le premier étage de chauffe 3, doté du filtre à circulation de fluide 16, permet alors de chauffer la préforme 1 de façon à approcher un profil de température uniforme dans la masse de cette dernière. Le deuxième étage de chauffe 4, de puissance beaucoup plus faible, permet quant à 25 lui de réchauffer les couches de surface de la préforme 1 qui ont tendance à se refroidir, et donc, de préserver l'homogénéité de température dans la masse de cette préforme.

L'étirage, proprement dit, est réalisé à l'aide de tout moyen mécanique classique, connu en soi. Cet 30 étirage débute lorsque l'extrémité de la préforme 1 se trouve à son point de fusion.

Il est à noter que la possibilité offerte, initialement, de régler la tension d'alimentation des lampes à incandescence 14, de choisir un fluide ou un mélange de 35 fluides caloporteurs, particulièrement adaptés à la nature du matériau, et de choisir des lampes de puissance adéquate, permet de faire fonctionner le four avec un rendement optimal.

L'exemple ci-après cité, illustre une application de ce procédé au chauffage d'un barreau en 40 polyméthacrylate de méthyle (ci-dessous désigné par PMMA), en

vue de permettre son étirage sous la forme d'une fibre optique.

L'étude des pertes d'absorption du PMMA montre la présence du pic fondamental d'absorption pour des longueurs d'ondes comprises entre 3,2 et 3,4 microns. A ce pic très intense sont associés des harmoniques situés dans le proche infrarouge et dans le visible, dont l'amplitude décroît au fur et à mesure que l'ordre augmente.

Cette étude permet de déduire que l'obtention d'un profil de température uniforme dans la masse de ce matériau nécessite l'utilisation de lumière de longueur d'onde inférieure à 1,6 micron. En effet, des radiations de longueurs d'ondes supérieures à cette valeur conduiraient à l'excitation des modes de vibration les moins élevés des liaisons C - H, donc les plus absorbants ; ces radiations seraient donc converties en chaleur dans les couches de surface de la préforme.

Il est à noter, en outre, que les radiations sensiblement inférieures à 1 micron sont très peu absorbées par le PMMA pour des épaisseurs de ce matériau de l'ordre de quelques centimètres. Par conséquent, un chauffage uniforme dans la masse de la préforme requiert d'exciter les radiations de longueurs d'ondes s'étendant sensiblement entre 1 et 1,6 micron qui sont suffisamment absorbées pour être converties en chaleur.

A cet effet, le liquide caloporteur choisi qui doit présenter un spectre d'absorption similaire à celui du PMMA est un matériau dont les molécules contiennent des liaisons C-H.

L'étude des spectres d'absorption de différents liquides a ainsi permis de sélectionner le pentane, le méthanol, le chloroforme et le tétrachlorure de carbone. Toutefois, le rendement optimal du four est obtenu avec un liquide constitué par le mélange de ces différents produits dans des proportions permettant une concentration adéquate des liaisons C-H.

REVENDEICATIONS

1/ - Procédé de chauffage d'un matériau apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes connues, en vue d'approcher un profil de température uniforme dans la masse dudit matériau, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste :

- à utiliser une source d'ondes électromagnétiques émettant sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par le matériau et à amener ladite source à rayonner vers ledit matériau,

- à filtrer le rayonnement émis par la source au moyen d'un fluide caloporteur apte à absorber les radiations vis-à-vis desquelles le matériau présente un coefficient d'absorption supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les couches de surface dudit matériau,

- à faire circuler le fluide caloporteur de façon à évacuer l'énergie absorbée par ce fluide.

2/ - Procédé selon la revendication 1 pour le chauffage d'un polymère apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes sensiblement comprises entre 0,8 et 4 microns, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser des lampes à incandescence (14) émettant sur une plage de longueurs d'ondes s'étendant sensiblement entre 0,6 et 4 microns.

3/ - Procédé selon la revendication 2 pour le chauffage d'un matériau organique à liaisons C - H, caractérisé en ce qu'il consiste à filtrer les radiations de longueurs d'ondes sensiblement supérieures à 1,6 micron.

4/ - Procédé de chauffage d'une préforme (1) en un matériau thermoplastique apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes connues, destiné à permettre l'étirage de ladite préforme sous la forme d'une fibre (2), caractérisé en ce qu'il consiste :

- à disposer la préforme (1) dans une enceinte de chauffage (3) dotée d'une pluralité de lampes à incandescence (14) émettant sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par ladite préforme et à amener lesdites lampes à rayonner vers cette préforme,

- à interposer entre la préforme (1) et les lampes (14), un filtre (16) à circulation de fluide caloporteur apte à absorber les radiations vis-à-vis desquelles la préforme (1) présente un coefficient d'absorption supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les couches de surface de ladite préforme,

- à faire circuler le fluide caloporteur de façon à évacuer l'énergie absorbée par ce fluide.

5/ - Procédé de chauffage selon la revendication 4, destiné au chauffage d'une préforme (1) de polymère de quelques centimètres d'épaisseur, en vue de permettre son étirage sous la forme d'une fibre optique (2), caractérisé en ce qu'il consiste à filtrer le rayonnement émis par les lampes (14) au moyen d'un fluide caloporteur apte à absorber les radiations vis-à-vis desquelles ladite préforme a un coefficient d'absorption supérieur à $4,5 \text{ m}^{-1}$.

6/ - Procédé de chauffage selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que l'on introduit la préforme (1) dans l'enceinte de chauffage (3), revêtue d'une gaine de protection (22) en un matériau thermoplastique apte à se conformer aux dimensions de la fibre (2) lors de l'étirage de ladite préforme.

7/ - Procédé de chauffage selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que l'on alimente les lampes à incandescence (14) en un courant de tension réglable de façon à réguler la puissance électrique desdites lampes.

8/ - Procédé de chauffage selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que l'on utilise un deuxième étage de chauffe (4) doté d'une pluralité de lampes à incandescence (14) émettant sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par la préforme (1) et en ce que l'on amène lesdites lampes à rayonner vers ladite préforme de façon à réchauffer les couches de surface de cette préforme.

9/ - Procédé de chauffage selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on fait circuler le fluide caloporteur dans une cloison intermédiaire (7) séparant les deux étages de chauffe (3, 4).

10/ - Four destiné au chauffage d'un matériau apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueur d'ondes connues, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - une source d'ondes électromagnétiques constituée d'au moins une lampe à incandescence (14) apte à émettre sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par le matériau,
- un filtre (16) à circulation de fluide caloporteur interposé entre la source et le matériau, le fluide caloporteur étant adapté pour absorber les radiations vis-à-vis desquelles le matériau présente un coefficient d'absorption supérieur à un seuil d'absorption déterminé, de façon à éliminer les excès de dissipation d'énergie dans les
- 15 couches de surface du matériau.

11/ - Four selon la revendication 11 destiné au chauffage d'une préforme (1) en un matériau thermoplastique apte à absorber des ondes électromagnétiques de longueur d'ondes connues, en vue de permettre l'étirage de ladite

20 préforme sous la forme d'une fibre (2), caractérisé en ce que la source d'ondes électromagnétiques est constituée d'une pluralité de lampes à incandescence (14) aptes à émettre sur une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par la préforme (1) et disposées de façon à émettre

25 un rayonnement uniforme vers la totalité de la surface de ladite préforme .

12/ - Four de chauffage selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend une enceinte de chauffage (3) de forme générale cylindrique, les

30 lampes à incandescence (14) étant réparties sur le pourtour de ladite enceinte, dans sa zone périphérique et le filtre (16) étant constitué d'un manchon cylindrique à deux parois (16a, 16b) entre lesquelles s'écoule le fluide caloporteur.

13/ - Four de chauffage selon l'une des

35 revendications 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il comprend une paroi réflectrice (9) côté externe des lampes à incandescence (14), par rapport au filtre (16) à circulation de fluide.

14/ - Four de chauffage selon la

40 revendication 13, caractérisé en ce que la paroi réflectrice

comporte une pluralité de miroirs concaves (20), chacun desdits miroirs se trouvant disposé en regard d'une lampe à incandescence (14) de façon à focaliser le rayonnement de ladite lampe vers la zone centrale de l'enceinte (3).

15/ - Four de chauffage selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend une deuxième enceinte de chauffage (4) comportant une source d'ondes électromagnétiques constituée d'une pluralité de lampes à incandescence (14) émettant des radiations dans une plage de longueurs d'ondes couvrant les longueurs d'ondes absorbées par la préforme (1), lesdites lampes étant disposées de façon à émettre un rayonnement uniforme vers la totalité de la surface de ladite préforme.

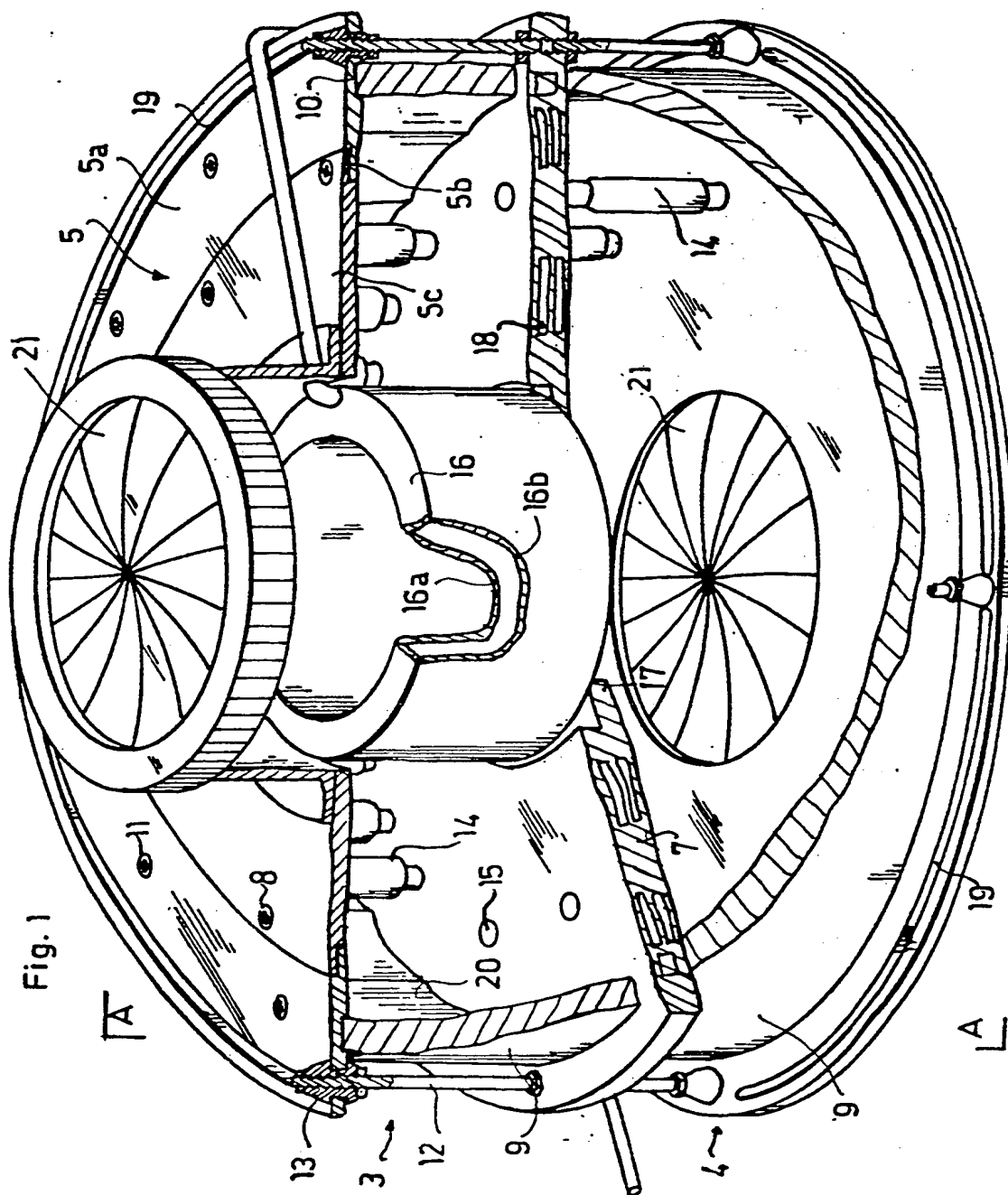
15 16/ - Four de chauffage selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit de refroidissement du fluide caloporteur comportant un circuit en boucle fermée, thermostaté, et des moyens de mise en circulation dudit fluide.

20 17/ - Four de chauffage selon la revendication 16, caractérisé en ce que les deux enceintes de chauffage (3, 4) sont séparées par une paroi intermédiaire (7) à l'intérieur de laquelle serpentent des moyens de canalisation (18) du fluide caloporteur.

25 18/ - Four de chauffage selon l'une des revendications 10 à 17, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'alimentation électriques des lampes à incandescence (14) adaptés pour délivrer une tension réglable autour d'une valeur de l'ordre de 24 volts.

30 19/ - Four de chauffage selon l'une des revendications 11 à 18, comprenant une paroi supérieure (5) et une paroi inférieure (6) dotées chacune d'une ouverture permettant respectivement l'introduction de la préforme (1) et l'extraction de la fibre (2), ledit four étant caractérisé en ce que lesdites ouvertures sont dotées de diaphragmes (21) permettant d'adapter la section de ces ouvertures aux dimensions respectives de la préforme (1) et de la fibre (2).

1/3



2/3

Fig. 2

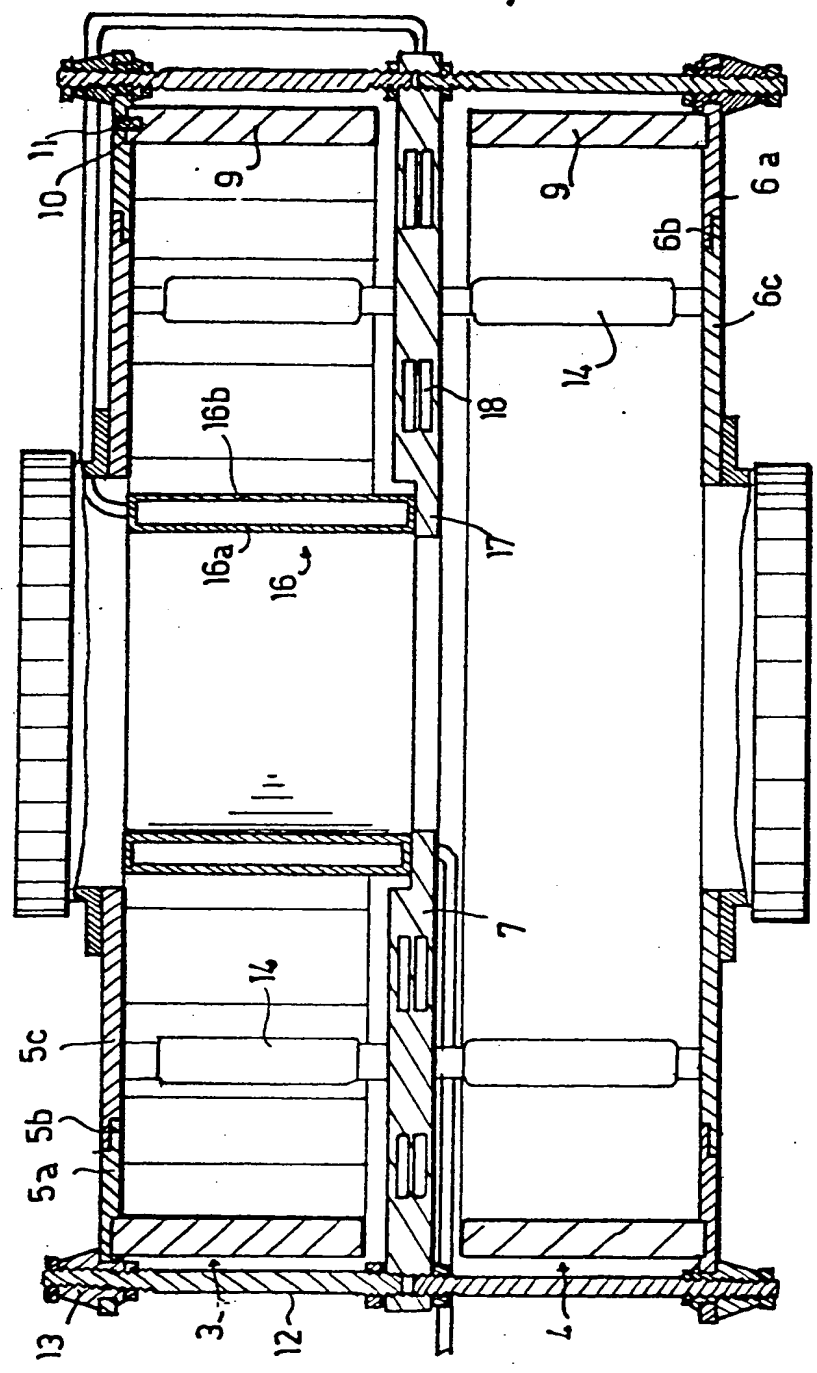


Fig. 3

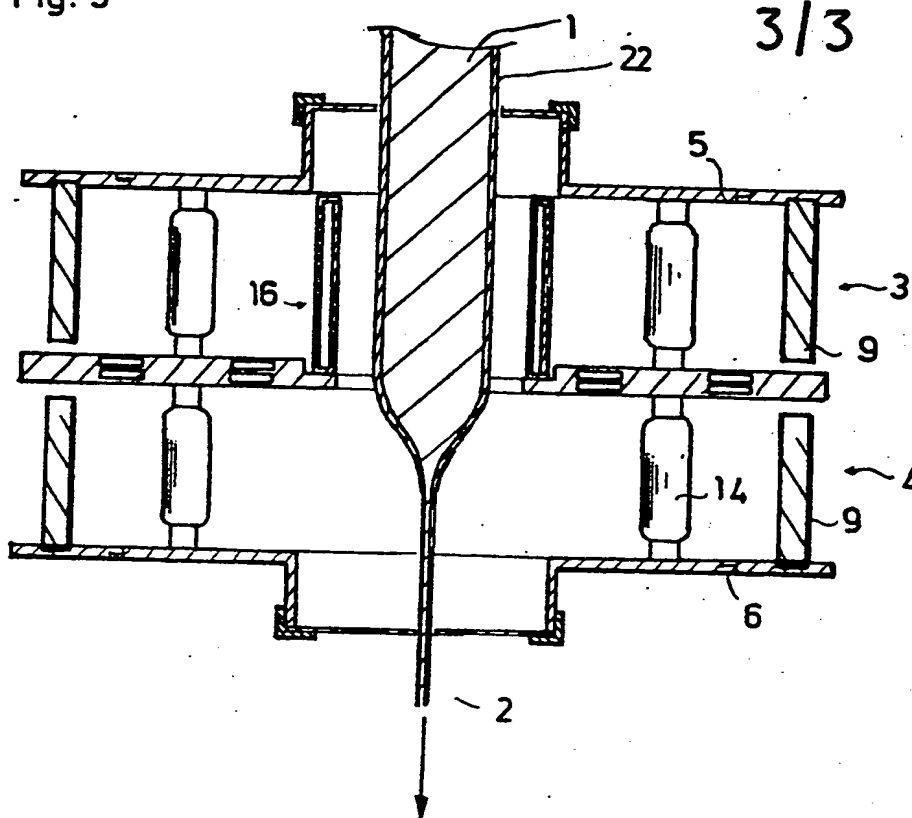
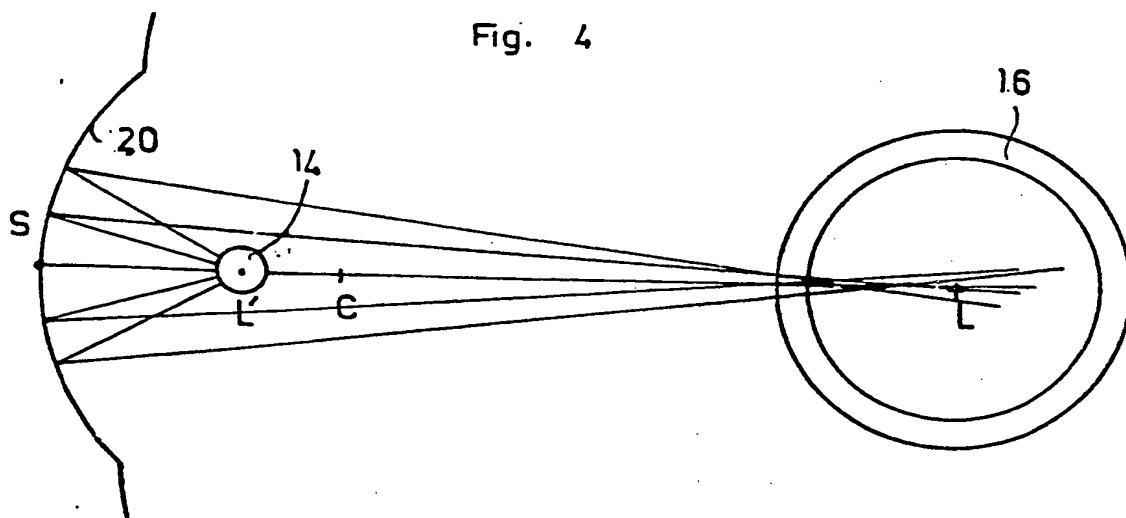


Fig. 4



ABSTRACT

Method and oven for heating a material and application to the heating of a preform for the purpose of drawing it into the form of a fiber

The invention relates to a method of heating a material capable of absorbing electromagnetic waves of known wavelengths for the purpose of approximating a uniform temperature profile throughout this material. This method applies to the heating of a preform for the purpose of allowing it to be drawn into the form of a fiber. The electromagnetic waves are produced by incandescent lamps 14 emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the material. The radiation emitted by these lamps 14 is filtered by means of a filter 16 containing a heat-transfer fluid capable of absorbing the radiation with respect to which the material has an absorption coefficient greater than a defined absorption threshold, so as to remove the excess energy dissipated in the surface layers of this material.

METHOD AND OVEN FOR HEATING A MATERIAL AND APPLICATION
TO THE HEATING OF A PREFORM FOR THE PURPOSE OF DRAWING
IT INTO THE FORM OF A FIBER

5

The invention relates to a method of heating a material, making it possible to approximate a uniform temperature profile throughout this material. This invention extends to a heating oven for implementing this method. It applies, in particular, to the heating of a preform, especially to a polymer rod, intended to allow the preform to be drawn into the form of a fiber, especially an optical fiber.

15 Several techniques are currently employed for drawing a polymer rod into the form of an optical fiber.

The first technique consists in using a feed screw combined with heating means and incorporated into a duct of conjugate cross section, having, at one of its ends, a portion of smaller cross section conjugate with the diameter of the fibers to be produced. Various components are introduced in granule form into the duct, the feed screw being raised to a temperature of about 220°C. Thus, these granules, mixed as they progress toward the end of the duct, are taken into the liquid state, allowing them to flow through the restricted end portion of the duct. This technique has two fundamental drawbacks. Firstly, using granules does not guarantee the purity of the base components and consequently the quality of the fiber produced. Secondly, the high temperature of the screw entails a risk of the material in direct contact with the screw depolymerizing.

35

A second technique consists in using a container under a certain pressure of nitrogen, provided with a discharge duct of smaller cross section, conjugate with the cross section of the fiber. The various monomers

introduced into this container are, firstly, gradually raised to a temperature of about 100°C, allowing them to be fully polymerized, and then, in a second step, to a temperature of 180°C, corresponding to significant fluidity of the polymer. An increase in the nitrogen pressure inside the container then allows the optical fiber to be extracted. This technique makes it possible to remedy the drawback relating to the use of base components in the form of granules. However, the temperature inside the container is difficult to control, hence the risk of depolymerization. In addition, the optical fiber extracted from the container is not immediately protected by a covering cladding. Its properties may therefore become impaired, the result of atmospheric dust being deposited thereon.

To alleviate these drawbacks, a third technique has been developed, with the purpose of separating the polymerization, cladding and drawing steps. The polymerization is in fact carried out in a glass container gradually raised to a temperature of about 100°C. The polymer rod thus obtained is introduced into a second glass container so as to clad it. The drawing operation is therefore carried out using a polymer rod already clad, the cladding of which conforms to the dimensions of the fiber during drawing. The clad polymer rod is heated, for the purpose of drawing it, by means of a source of electromagnetic waves consisting of a plurality of incandescent lamps radiating toward this rod. This technique, which is satisfactory as regards the quality of the polymer rod to be drawn, does have, however, major drawbacks because of the mode of heating used. This is because the use of incandescent lamps results in the periphery of the rod being overheated. Consequently, a temperature gradient of about fifteen degrees is established between the core of the preform and its surface. This surface is therefore degraded before the core is at a temperature allowing it to be drawn

satisfactorily. The optical fibers produced therefore have homogeneity defects and their surface finish is impaired.

5 The present invention proposes to alleviate the drawbacks of the abovementioned method and to provide a method of heating a material whose essential objective is to obtain a uniform temperature profile throughout this material.

10

Another objective of the invention is to allow a preform initially coated with its protective cladding to be drawn.

15 Another objective is to provide an oven of optimal efficiency allowing a high draw rate.

The method, forming the subject matter of the invention, is for heating a material capable of
20 absorbing electromagnetic waves of known wavelengths, for the purpose of approximating a uniform temperature profile throughout this material. According to the present invention, this method consisting:

- in using a source of electromagnetic waves which
25 emits over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the material and in making said source radiate toward said material;

- in filtering the radiation emitted by the source by means of a heat-transfer fluid capable of absorbing
30 the radiation with respect to which the material has an absorption coefficient greater than a defined absorption threshold, so as to remove the excess energy dissipated in the surface layers of said material; and

- in making the heat-transfer fluid circulate so
35 as to remove the energy absorbed by this fluid.

This method therefore has the inherent advantages of using electromagnetic waves as heating means without their drawbacks. This is because the overheating of the

surface layers of the material, which constitutes the main drawback of this technique, is avoided thanks to the addition of a filter containing a heat-transfer fluid which makes it possible to absorb the radiation of wavelengths at which the material is excessively absorbent and which would consequently be converted into heat at the surface of this material.

To implement this method therefore involves studying the absorption spectrum of the material and in selecting a fluid having a similar absorption spectrum so that this fluid absorbs the radiation of wavelengths corresponding to the intense absorption peaks of the material.

This method applies, in particular, to the heating of a polymer capable of absorbing electromagnetic waves having wavelengths substantially lying between 0.8 and 4 microns. It is therefore preferred to use, as a source of electromagnetic waves, incandescent lamps emitting over a wavelength range lying substantially between 0.6 and 4 microns; the radiation emitted by these lamps is furthermore filtered by means of a heat-transfer fluid capable of absorbing the radiation with respect to which the material has an absorption coefficient substantially greater than 4.5 m^{-1} for specimens a few centimeters in thickness.

In the more particular case of materials having C-H bonds, the method advantageously consists in filtering the radiation of wavelengths substantially greater than 1.6 microns. This is because a study of the absorption spectrum of such materials demonstrates that the use of wavelengths greater than 1.6 microns results in excitation of the lowest vibration modes of the C-H bonds, and therefore the most absorbent ones: radiation having wavelengths of between 3.2 and 3.4 microns corresponding to the fundamental vibrations of the C-H bonds and radiation whose wavelengths correspond to the

first harmonics. Such radiation would therefore be converted into heat at the surface of the material, impairing the surface finish of the latter.

- 5 It should be noted that the use of sources other than incandescent lamps, such as lasers, discharge lamps, etc., which produce light only in the visible, cannot be envisioned. This is because these sources emit radiation whose wavelengths correspond to harmonics of
10 order greater than four, the absorption of which is negligible for material thicknesses of a few centimeters.

According to another characteristic of the invention,
15 this method can be used to heat a preform made of a thermoplastic capable of absorbing electromagnetic waves of known wavelengths for the purpose of drawing this preform into the form of a fiber. The method then consists:

- 20 - in placing the preform in a heating chamber provided with a plurality of incandescent lamps emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by said preform and in making said lamps radiate toward this preform;
- 25 - in interposing, between the preform and the lamps, a filter through which a heat-transfer fluid circulates capable of absorbing the radiation with respect to which the preform has an absorption coefficient greater than a defined absorption
30 threshold, so as to remove the excess energy dissipated in the surface layers of said preform; and
- in making the heat-transfer fluid circulate so as to remove the energy absorbed by this fluid.

35 One application consists, in particular, in the production of optical fibers by drawing a polymer rod.

As mentioned above, the method makes it possible to approximate a uniform temperature profile throughout

- a filter through which a heat-transfer fluid circulates, interposed between the source and the material, the heat-transfer fluid being suitable for absorbing the radiation with respect to which the material has an absorption coefficient greater than a defined absorption threshold, so as to remove the excess energy dissipated in the surface layers of the material.

This oven may advantageously be used for heating a preform made of a thermoplastic capable of absorbing electromagnetic waves of known wavelengths, for the purpose of drawing this preform into the form of a fiber. The source then consists of a plurality of incandescent lamps which are capable of emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the preform and are placed so as to emit uniform radiation toward the entire surface of said preform.

The invention explained above in its general form will be more clearly understood on reading the description which follows and on examining the appended drawings which represent, by way of nonlimiting example, a preferred embodiment thereof. In these drawings, which form an integral part of the present description:

- figure 1 is a perspective view, with certain parts cut away, of an oven according to the invention;

- figure 2 is a longitudinal section in the plane A-A;

- figure 3 is a schematic longitudinal section illustrating the operation of drawing a preform; and

- figure 4 is a schematic view illustrating the arrangement of the various elements inside this oven.

The oven shown in figures 1 to 4 is intended for heating a rod 1, especially a polymer rod, called a preform, capable of absorbing electromagnetic waves of known wavelengths, for the purpose of allowing this rod to be drawn into the form of a fiber 2, especially an

optical fiber. This oven is designed so as to allow a uniform temperature profile throughout the preform to be approximated.

5 The oven is composed of two superposed heating chambers 3, 4, bounded by an upper wall 5 and a lower wall 6 respectively, made of aluminum, and separated by an intermediate wall 7. These three walls are in the form of rings, the central recess of which makes it possible
10 in particular to install the preform 1.

In addition, the upper wall 5 and lower wall 6 are designed to be removable so as to allow easy access to the inside of the oven. For this purpose, they are
15 composed of a peripheral ring 5a, 6a, which is provided with a shoulder 5b, 6b at its internal lateral edge, and with a removable inner ring 5c, 6c which bears on the aforementioned shoulder 5b, 6b. These two elements are fastened together by means of fastening screws such
20 as 8.

Each of the chambers 3, 4 is furthermore closed laterally by a peripheral wall 9 of cylindrical shape. One of the ends of this wall 9 is housed in an annular
25 groove 10 made in the upper wall 5 and in the lower wall 6 respectively; this end is held in this groove 10 by means of fastening screws such as 11. Moreover, this peripheral wall 9 has a height suitable for it to be separated from the intermediate wall 7 by a certain
30 distance. This arrangement makes it possible to create a potential difference between the upper wall 5 (or lower wall 6) and the intermediate wall 7.

The assembly is finally held together by means of
35 spacers such as 12 fastened to each of the walls 5, 6, 7 by means of collars 13 made of an insulating material such as porcelain.

Placed inside each of the chambers 3, 4 are a plurality of shuttle-shaped incandescent lamps 14, the ends of which are housed in orifices 15 made in each of the walls 5, 6, 7; these lamps 14 are distributed around the perimeter of these chambers 3, 4 in their peripheral region. They are supplied with low-voltage (24 volt) current and are suitable for emitting radiation within a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the preform 1.

10

Furthermore, the electrical power of these lamps 14, which is between 10 and 20 watts, is chosen according to the size and the nature of the preform 1 to be drawn. This power may be finely regulated using electrical supply means (not shown) suitable for varying the supply voltage of these lamps.

15

One of the heating chambers 3 also comprises a filter 16 through which a heat-transfer fluid circulates, positioned so as to lie interposed between the incandescent lamps 14 and the preform 1. This filter 16 consists of a cylindrical sleeve made of pyrex, having two walls 16a, 16b between which the heat-transfer fluid circulates. It rests on a shoulder 17 made at the internal lateral edge of the intermediate wall 7.

20
25

The fluid, chosen according to its absorption bands, is by nature capable of absorbing the radiation with respect to which a preform 1, a few centimeters in diameter, has an absorption threshold greater than 4.5 m^{-1} , so as to approximate a uniform temperature profile throughout this preform.

30

This fluid is circulated in a closed and thermostatted circuit by electrical pumping means, so as to remove the energy absorbed. This cooling circuit comprises, in particular, ducting means 18 flowing around the inside of the intermediate wall 7 of the oven so as to cool the latter. The heat-transfer fluid therefore consists

35

both of the active element of the filter 16 and the heat-transfer element used for cooling the heating chambers 3, 4.

5 Additional cooling is obtained by means of peripheral slots 19 made in both the upper wall 5 and the lower wall 6 of the oven, outside the peripheral wall 9. These slots 19 make it possible to create a flow of air which results in convective cooling of the peripheral
10 wall 9 of the oven.

Moreover, the peripheral wall 9, made of brass, has a chromium-plated internal face, of corrugated shape, so as to constitute a plurality of mirrors 20 of concave
15 shape placed side by side, each facing an incandescent lamp 14.

These mirrors 20 are used to focus the radiation from the lamps 14 onto the central region of the oven where
20 the preform 1 is, and therefore make it possible to obtain a more homogeneous temperature profile and a higher draw rate.

This convergence of the light radiation toward the
25 center of the oven is achieved by positioning each lamp 14 at a distance from the center of the oven and from the peripheral wall 9 such that:

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{P'} = \frac{2}{R} \quad (\text{figure 4})$$

30

where R , the radius of the mirror = \overline{SC} ; the distance between the top and the center of the mirror;
 $P = \overline{SL}$, the distance between the top of the mirror and the center of the coma formed by the
35 rays reflected off the mirror; and
 $P' = \overline{SL'}$, the distance between the top of the mirror and the position of the lamp.

Finally the upper wall 5 and the lower wall 6 of the oven are each provided with an opening allowing the introduction of the preform 1 and the extraction of the fiber 2, respectively. These openings are provided with iris diaphragms 21 allowing their cross section to be adapted to the respective dimensions of the preform 1 and of the fiber 2, so as to prevent drafts due to convection in the oven.

10 The latter feature makes it possible for the temperature to be controlled better and for this temperature to be properly stabilized inside the oven.

The oven as described above is particularly suitable for heating a preform 1 made of a thermoplastic for the purpose of drawing it into the form of a fiber 2. This preform 1, is introduced into the oven and provided with a protective cladding 22 made of a material suitable for being softened and for conforming to the dimensions of the fiber 2 during drawing of the preform 1 (figure 3).

The first heating stage 3, provided with the filter 16 through which a fluid circulates, then allows the preform 1 to be heated so as to approximate a uniform temperature profile throughout the latter. As regards the second heating stage 4, of much lower power, this is used to heat the surface layers of the preform 1 which have a tendency to cool down, and therefore to maintain the temperature homogeneity throughout this preform.

The actual drawing is carried out with the aid of any conventional mechanical means known per se. This drawing starts when the end of the preform 1 is at its melting point.

It should be noted that the possibility, initially offered, of adjusting the supply voltage of the

incandescent lamps 14, of choosing a heat transfer fluid or mixture of heat-transfer fluids specifically suited to the nature of the material, and of choosing lamps of suitable power, allows the oven to be operated
5 with optimum efficiency.

The example mentioned above illustrates one application of this method to the heating of a rod of polymethyl methacrylate (hereafter denoted by PMMA) for the
10 purpose of drawing it into the form of an optical fiber.

A study of the absorption losses of PMMA shows the presence of the fundamental absorption peak for
15 wavelengths lying between 3.2 and 3.4 microns. Associated with this very intense peak are harmonics lying within the near infrared and within the visible, the amplitude of which harmonics decreases as the order increases.

20 This study makes it possible to deduce that to obtain a uniform temperature profile throughout this material requires the use of light having a wavelength of less than 1.6 microns. This is because radiation of
25 wavelengths greater than this value would result in excitation of the lowest vibration modes of C-H bonds, and therefore the most highly absorbent ones; such radiation would therefore be converted into heat in the surface layers of the preform.

30 It should be furthermore noted that radiation substantially below 1 micron is very little absorbed by PMMA for thicknesses of this material of the order of a few centimeters. Consequently, uniform heating
35 throughout the preform requires the excitation of radiation having wavelengths lying substantially between 1 and 1.6 microns, which is sufficiently absorbed to be converted into heat.

For this purpose, the chosen heat-transfer liquid, which must have an absorption spectrum similar to that of PMMA, is a material whose molecules contain C-H bonds.

5

A study of the absorption spectra of various liquids has thus made it possible to select pentane, methanol, chloroform and carbon tetrachloride. However, the optimum efficiency of the oven is obtained with a liquid consisting of a mixture of these various products in proportions allowing a suitable concentration of the C-H bonds.

10

CLAIMS

1. A method of heating a material capable of absorbing
5 electromagnetic waves of known wavelengths, for the
purpose of approximating a uniform temperature profile
throughout said material, said method consisting:

- in using a source of electromagnetic waves which
emits over a wavelength range covering the wavelengths
10 absorbed by the material and in making said source
radiate toward said material;

- in filtering the radiation emitted by the source
by means of a heat-transfer fluid capable of absorbing
the radiation with respect to which the material has an
15 absorption coefficient greater than a defined
absorption threshold, so as to remove the excess energy
dissipated in the surface layers of said material; and

- in making the heat-transfer fluid circulate so
as to remove the energy absorbed by this fluid.
20

2. The method as claimed in claim 1 for heating a
polymer capable of absorbing electromagnetic waves of
wavelengths substantially lying between 0.8 and
4 microns, which consists in using incandescent lamps
25 (14) emitting over a wavelength range lying
substantially between 0.6 and 4 microns.

3. The method as claimed in claim 2 for heating an
organic material having C-H bonds, which consists in
30 filtering the radiation of wavelengths substantially
greater than 1.6 microns.

4. A method of heating a preform (1) made of a
thermoplastic capable of absorbing electromagnetic
35 waves of known wavelengths, intended to allow said
preform to be drawn into the form of a fiber (2), which
consists:

- in placing the preform (1) in a heating chamber (3) provided with a plurality of incandescent lamps (14) emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by said preform and in making said
5 lamps radiate toward this preform;

- in interposing, between the preform (1) and the lamps (14), a filter (16) through which a heat-transfer fluid circulates capable of absorbing the radiation with respect to which the preform (1) has an absorption
10 coefficient greater than a defined absorption threshold, so as to remove the excess energy dissipated in the surface layers of said preform; and

- in making the heat-transfer fluid circulate so as to remove the energy absorbed by this fluid.

15

5. The heating method as claimed in claim 4, intended for heating a polymer preform (1) a few centimeters in thickness, for the purpose of allowing it to be drawn into the form of an optical fiber (2), which method
20 consists in filtering the radiation emitted by the lamps (14) by means of a heat-transfer fluid capable of absorbing the radiation with respect to which said preform has an absorption coefficient greater than 4.5 m^{-1} .

25

6. The heating method as claimed in either of claims 4 and 5, wherein the preform (1) is introduced into the heating chamber (3) coated with a protective cladding (22) made of a thermoplastic capable of conforming to
30 the dimensions of the fiber (2) during drawing of said preform.

7. The heating method as claimed in one of claims 2 to 6, wherein the incandescent lamps (14) are supplied
35 with a current of adjustable voltage so as to regulate the electrical power of said lamps.

8. The heating method as claimed in one of claims 4 to 7, wherein a second heating stage (4) provided with a

plurality of incandescent lamps (14) emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the preform (1) is used and wherein said lamps are made to radiate toward said preform so as to heat the surface layers of this preform.

9. The heating method as claimed in claim 8, wherein the heat-transfer fluid is made to circulate in an intermediate partition (7) separating the two heating stages (3, 4).

10. An oven intended for heating a material capable of absorbing electromagnetic waves of known wavelengths, which comprises:

15 - a source of electromagnetic waves consisting of at least one incandescent lamp (14) capable of emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the material;

20 - a filter (16) through which a heat-transfer fluid circulates, interposed between the source and the material, the heat-transfer fluid being suitable for absorbing the radiation with respect to which the material has an absorption coefficient greater than a defined absorption threshold, so as to remove the excess energy dissipated in the surface layers of the material.

11. The oven as claimed in claim 11, intended for heating a preform (1) made of a thermoplastic capable of absorbing electromagnetic waves of known wavelengths, for the purpose of drawing said preform into the form of a fiber (2), wherein the source of electromagnetic waves consists of a plurality of incandescent lamps (14) which are capable of emitting over a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the preform (1) and are placed so as to emit uniform radiation toward the entire surface of said preform.

12. The heating oven as claimed in claim 11, which includes a heating chamber (3) of cylindrical overall shape, the incandescent lamps (14) being distributed around the perimeter of said chamber, in its peripheral region, and the filter (16) consisting of a cylindrical sleeve having two walls (16a, 16b) between which the heat-transfer fluid flows.

13. The heating oven as claimed in either of claims 11 and 12, which includes a reflecting wall (9) on that side of the incandescent lamps (14) which is external to the filter (16) through which a fluid circulates.

14. The heating oven as claimed in claim 13, wherein the reflecting wall comprises a plurality of concave mirrors (20), each of said mirrors being arranged so as to face an incandescent lamp (14) so as to focus the radiation from said lamp onto the central region of the chamber (3).

15. The heating oven as claimed in one of claims 11 to 14, which includes a second heating chamber (4) having a source of electromagnetic waves consisting of a plurality of incandescent lamps (14) emitting radiation in a wavelength range covering the wavelengths absorbed by the preform (1), said lamps being placed so as to emit uniform radiation toward the entire surface of said preform.

16. The heating oven as claimed in one of claims 10 to 15, which includes a circuit for cooling the heat-transfer fluid, comprising a thermostatted closed-loop circuit and means for making said fluid circulate.

17. The heating oven as claimed in claim 16, wherein the two heating chambers (3, 4) are separated by an intermediate wall (7) winding around the inside of which are means (18) for ducting the heat-transfer fluid.

18. The heating oven as claimed in one of claims 10 to 17, which includes electrical supply means for the incandescent lamps (14) suitable for delivering a
5 voltage adjustable around a value of about 24 volts.

19. The heating oven as claimed in one of claims 11 to 18, which includes an upper wall (5) and a lower wall (6), each provided with an opening allowing the
10 introduction of the preform (1) and the extraction of the fiber (2) respectively, said oven being one in which said openings are provided with diaphragms (21) allowing the cross section of these openings to be
adapted to the respective dimensions of the preform (1)
15 and of the fiber (2).

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.